

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-163075

(43)Date of publication of application : 06.06.2003

(51)Int.Cl. H05B 33/02
H05B 33/10
H05B 33/14

(21)Application number : 2001-362684

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.11.2001

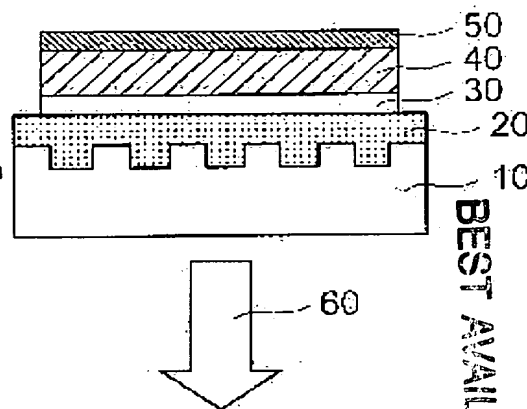
(72)Inventor : GOTO TOMOHISA
ODA ATSUSHI

(54) ORGANIC EL ELEMENT AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic EL element structure together with its manufacturing method which is of high precision and brightness.

SOLUTION: An organic EL element comprises a diffraction lattice which sandwiching an organic thin-film layer of single ply or a plurality of plies between an anode 30 and a cathode 50. The area of diffraction lattice disposed to each light-emitting pixel is larger than the area of the light-emitting pixel. The manufacturing process of the EL element includes a process in which a photomask which decides position and size of the diffraction lattice in a substrate is installed at a position on the surface of photosensitive material where no laser non-interference exposure part is formed, a process where the photosensitive material is exposed by a two-beam laser interference exposure system, and a process where the substrate or the thin film formed on the substrate is etched to provide a diffraction lattice.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

02.07.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-163075
(P2003-163075A)

(43)公開日 平成15年6月6日(2003.6.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード(参考)
H 0 5 B 33/02		H 0 5 B 33/02	3 K 0 0 7
33/10		33/10	
33/14		33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-362684(P2001-362684)

(22)出願日 平成13年11月28日(2001.11.28)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 五藤 智久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 小田 敦

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100096231

弁理士 稲垣 清

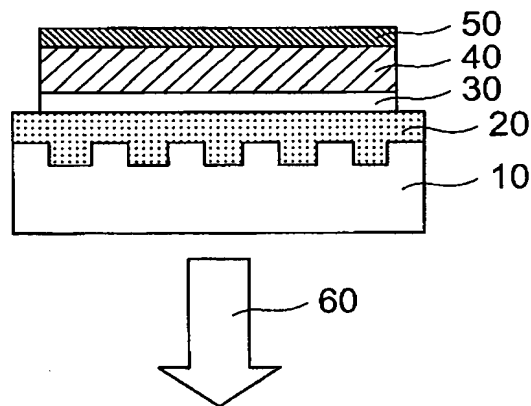
Fターム(参考) 3K007 AB03 AB18 BB06 DB03 FA00

(54)【発明の名称】 有機E L素子およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 高精細かつ高輝度の有機E L素子構造およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 1層または複数層の有機薄膜層を陽極30および陰極50で挟持してなり、かつ回折格子を含む有機E L素子であって、各発光画素に配置された該回折格子の面積が発光画素の面積よりも大きいことを特徴とする。また、1層または複数層の有機薄膜層を陽極30および陰極50で挟持してなり、かつ回折格子を含む有機E L素子の製造方法において、基板内の回折格子の位置や大きさを決めるフォトマスクを感光性材料の表面でレーザー非干渉露光部分を形成しない位置に設置する工程と、二光束レーザー干渉露光系により前記感光性材料を露光する工程と、前記基板または前記基板上に形成された薄膜をエッチングすることにより回折格子とする工程と、を備えることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1層または複数層の有機薄膜層を陽極および陰極で挟持してなり、かつ回折格子を含む有機EL素子において、各発光画素に配置された該回折格子の面積が発光画素の面積よりも大きいことを特徴とする有機EL素子。

【請求項2】 前記発光画素の面積が 2 mm^2 /画素以下であることを特徴とする請求項1記載の有機EL素子。

【請求項3】 前記発光画素がR（赤）、G（緑）、B（青）の三種類あることを特徴とする請求項1又は2記載の有機EL素子。

【請求項4】 前記RGBから成る発光画素に隣接した回折格子の周期がそれぞれ異なることを特徴とする請求項3記載の有機EL素子。

【請求項5】 前記回折格子の周期が 100 nm ～ 600 nm であることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の有機EL素子。

【請求項6】 1層または複数層の有機薄膜層を陽極および陰極で挟持してなり、かつ回折格子を含む有機EL素子の製造方法において、基板内での回折格子の位置や大きさを決めるフォトリソを感光性材料の表面でレーザー干渉露光部分を形成しない位置に設置する工程と、二光束レーザー干渉露光系により前記感光性材料を露光する工程と、前記基板または前記基板上に形成された薄膜をエッチングすることにより回折格子とする工程と、を備えることを特徴とする有機EL素子の製造方法。

【請求項7】 前記フォトリソが、レーザー光分岐前の一光束光路上に少なくとも一枚設置されていることを特徴とする請求項6記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項8】 前記フォトリソが、レーザー光分岐後の二光束光路上の各光路にそれぞれ少なくとも一枚設置されていることを特徴とする請求項6記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項9】 前記フォトリソを有する二光束レーザー干渉露光系を複数具備することを特徴とする請求項6から請求項8のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項10】 前記複数の二光束レーザー干渉露光系が互いにインコヒーレントであることを特徴とする請求項9記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項11】 前記二光束レーザー干渉露光系の交差角が 150° 以下であり、かつ基板の同一平面方向から二光束レーザー干渉露光を行うことを特徴とする請求項6から請求項10のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項12】 前記複数の二光束レーザー干渉露光系に使用されるレーザーの波長あるいは交差角が異なるこ

とを特徴とする請求項請求項8から請求項11のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項13】 前記二光束レーザー干渉露光系が三種類あり、各露光を順次あるいは同時に行うことを特徴とする請求項9から請求項12のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項14】 前記二光束レーザー干渉露光系により感光性樹脂を露光する工程において、感光性樹脂を塗布した基板面側から露光を行い、かつ、もう一方の基板面には光吸収板を具備することを特徴とする請求項6から請求項13のいずれかに記載の有機EL素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディスプレイ等の表示デバイスに利用され、電流駆動により特定波長領域の光を発光する光学素子である有機EL素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】有機エレクトロルミネッセンス（EL）素子は、電界を印加することにより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。C. W. Tangらによる積層型素子による低電圧駆動有機EL素子の報告（C. W. Tang, S. A. Van Slyke, アプライドフィジックスレターズ（Applied Physics Letters）、51巻、913頁、1987年など）がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機EL素子に関する研究が盛んに行われている。

【0003】Tangらは、トリス（8-キノリノール）アルミニウムを発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じこめることなどが挙げられる。この例のように有機EL素子の素子構造としては、正孔輸送（注入）層、電子輸送性発光層の2層型、又は正孔輸送（注入）層、発光層、電子輸送（注入）層の3層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

【0004】しかしながら、有機EL素子においてはキャリア再結合の際にスピン統計の依存性より一重項生成の確率に制限があり、したがって発光確率に上限が生じる。この上限の値は凡そ25%と知られている。更に有機EL素子のような面発光素子では、発光体屈折率の影響のため、臨界角以上の出射角の光は全反射を起こし外部に取り出すことができない。このため発光体の屈折率

が1.6とすると、発光量全体の20%程度しか有効に利用できないものと見積もられている。このため、エネルギーの変換効率の限界としては一重項生成確率を併せ全体で5%程度と低効率とならざるをえない(筒井哲夫「有機エレクトロルミネッセンスの現状と動向」、月刊ディスプレイ、vol. 1、No. 3、p11、1995年9月)。発光確率に強い制限の生じる有機EL素子においては、光の取り出し効率は致命的ともいえる効率の低下を招くことになる。

【0005】この光の取り出し効率を向上させる手法としては、従来、無機エレクトロルミネッセンス素子などの、同等な構造を持つ発光素子において検討されてきた。例えば、基板に集光性を持たせることにより効率を向上させる方法(特開昭63-314795)や、素子の側面等に反射面を形成する方法(特開平1-220394)が提案されている。

【0006】しかしながら、これらの方法は、発光面積の大きな素子に対しては有効であるが、ドットマトリクスディスプレイ等の画素面積の微小な素子においては、集光性を持たせるレンズや側面の反射面等の形成加工が困難である。更に有機EL素子においては発光層の膜厚が数 μm 以下となるためテーパ状の加工を施し素子側面に反射鏡を形成することは現在の微細加工の技術では困難であり、大幅なコストアップをもたらす。

【0007】また基板ガラスと発光体の間に中間の屈折率を持つ平坦層を導入し、反射防止膜を形成する方法(特開昭62-172691)もあるが、この方法は前方への光の取り出し効率の改善の効果はあるが全反射を防ぐことはできない。したがって屈折率の大きな無機エレクトロルミネッセンスに対しては有効であっても、比較的low屈折率の発光体である有機EL素子に対しては大きな改善効果を上げることはできない。

【0008】したがって有機EL素子に有用な光の取り出し方法は未だ不十分であり、この光の取り出し方法の開拓が有機EL素子の高効率化に不可欠である。そこで、光の取り出し効率を向上させるために回折格子を構成要素とした有機EL素子が特開平11-283751号公報に開示されている。この手法により有機EL素子の光の取り出し効率が向上し、素子の発光効率が向上している。この場合、回折格子は可視光と同程度の非常に細かいピッチであることが望ましいが、回折格子を形成するのにフォトリソグラフィ等の方法を用いると技術的な困難が生じ、またこれらの方法は高価になってしまうこと。したがってより簡便に細かいピッチの回折格子を形成する方法が望まれる。二光束レーザー干渉露光は、コヒーレントな二光束レーザー光を干渉させた時に生ずる干渉縞を利用するものであり、光波長オーダーの超微細な周期パターンを形成する有効な方法である(西原浩「光集積回路」オーム社、P224~228)。

【0009】一方、RGBの各表示画素を有する有機E

L素子では、各画素に異なるピッチ(格子間隔)の回折格子を配置する必要があるが、この画素パターンを製造するために、従来、フォトマスクを密着させた基板に二光束レーザー干渉露光を繰り返して行っていた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来のフォトマスクを基板に密着させた状態で二光束レーザー干渉露光を行う方法では、フォトマスクの厚みに起因する非干渉露光部分が感光性材料に形成されるため、微細パターンを形成できないという課題あった。特に、その非干渉露光部分の面積はRGBの各画素サイズが小さくなるに従い増加し、その結果、回折格子の面積が減少するため、高解像度の有機EL素子では光取り出し効率は著しく低下した。このように、光取り出し効率の向上と画素の高解像度化を両立させることは困難であった。さらに、従来、RGBに合わせたピッチの異なる三種類の回折格子を製造するためには、フォトマスクを変更して二光束干渉露光を繰り返して行う必要があり、製造効率が低いという課題があった。

【0011】本発明の目的は、微細な画素パターンを有する有機EL素子において高い光取り出し効率を得ること、および、二光束レーザー干渉露光において非干渉露光部分を低減させる製造方法を提供することにある。さらに、RGBに合わせたピッチの異なる三種類の回折格子を同時に製造することにより、回折格子を含む有機EL素子の製造効率を大幅に向上させるという製造方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者は鋭意検討を行った結果、有機EL素子の各発光画素に配置された回折格子の面積を画素電極面積よりも大きくすることにより光取り出し効率が増加し高輝度の有機EL素子を得られること、特に、この効果は画素サイズが小さくなるほど顕著に現れることを新たに発見した。また、そのような回折格子の配置は、二光束レーザー干渉露光においてフォトマスクを基板に密着させず、感光性材料の表面でレーザー非干渉露光部分を形成しない位置に配置することにより効率よく製造できることを見出した。この製造方法によれば、マスクの厚みとレーザー光の入射角に起因する非干渉露光部分を無くすることができ、回折格子の面積の低下を抑制することができる。また、この方法によれば、RGBの各画素に合わせたピッチの異なる三種類の回折格子を同時に製造することができ、回折格子を含むフルカラーの有機EL素子の製造効率を大幅に向上させることができる。

【0013】すなわち、本発明は、図1に示すように、1層または複数層の有機薄膜層を陽極および陰極で挟持してなり、かつ回折格子を含む有機EL素子において、各発光画素に配置された該回折格子の面積が発光画素の面積よりも大きいことを特徴とする有機EL素子に関

し、詳しくは、発光画素の面積が 2mm^2 /画素以下であることを特徴とする。また、発光画素がRGBの三種類あり、さらに詳しくは、前記RGBから成る発光画素に隣接した回折格子の周期がそれぞれ異なることを特徴とし、また、回折格子の周期が $100\text{nm}\sim 600\text{nm}$ であることを特徴とするものである。

【0014】より具体的には、請求項1に記載の発明は、1層または複数層の有機薄膜層を陽極および陰極で挟持してなり、かつ回折格子を含む有機EL素子において、該回折格子の面積が発光画素の面積よりも大きいことを特徴とする。

【0015】また、請求項2に記載の発明は、請求項1記載の構成に加え、前記発光画素の面積が 2mm^2 /画素以下であることを特徴とする。

【0016】さらに、請求項3に記載の発明は、請求項1又は2記載の構成に加え、前記発光画素がR（赤）、G（緑）、B（青）の三種類あることを特徴とする。

【0017】また、請求項4に記載の発明は、請求項3記載の構成に加え、前記RGBから成る発光画素に隣接した回折格子の周期がそれぞれ異なることを特徴とする。

【0018】さらに、請求項5に記載の発明は、請求項1から請求項4のいずれかに記載の構成に加え、前記回折格子の周期が $100\text{nm}\sim 600\text{nm}$ であることを特徴とする。

【0019】また、請求項6に記載の発明は、1層または複数層の有機薄膜層を陽極および陰極で挟持してなり、かつ回折格子を含む有機EL素子の製造方法において、基板内での回折格子の位置や大きさを決めるフォトリソマスクを感光性材料の表面でレーザー非干渉露光部分を形成しない位置に設置する工程と、二光束レーザー干渉露光系により前記感光性材料を露光する工程と、前記基板または前記基板上に形成された薄膜をエッチングすることにより回折格子とする工程と、を備えることを特徴とする。

【0020】さらに、請求項7に記載の発明は、請求項6記載の構成に加え、前記フォトリソマスクが、レーザー光分岐前の一光束光路上に少なくとも一枚設置されていることを特徴とする。

【0021】また、請求項8に記載の発明は、請求項6記載の構成に加え、前記フォトリソマスクが、レーザー光分岐後の二光束光路上の各光路にそれぞれ少なくとも一枚設置されていることを特徴とする。

【0022】さらに、請求項9に記載の発明は、請求項6から請求項8のいずれかに記載の構成に加え、前記フォトリソマスクを有する二光束レーザー干渉露光系を複数具備することを特徴とする。

【0023】また、請求項10に記載の発明は、請求項9記載の構成に加え、前記複数の二光束レーザー干渉露光系が互いにインコヒーレントであることを特徴とする。

る。

【0024】さらに、請求項11に記載の発明は、請求項6から請求項10のいずれかに記載の構成に加え、前記二光束レーザー干渉露光系の交差角が 150° 以下であり、かつ基板の同一平面方向から二光束レーザー干渉露光を行うことを特徴とする。

【0025】また、請求項12に記載の発明は、請求項8から請求項11のいずれかに記載の構成に加え、前記複数の二光束レーザー干渉露光系に使用されるレーザーの波長あるいは交差角が異なることを特徴とする。

【0026】さらに、請求項13に記載の発明は、請求項9から請求項12のいずれかに記載の構成に加え、前記二光束レーザー干渉露光系が三種類あり、各露光を順次あるいは同時に行うことを特徴とする。

【0027】また、請求項14に記載の発明は、請求項6から請求項13のいずれかに記載の構成に加え、前記二光束レーザー干渉露光系により感光性樹脂を露光する工程において、感光性樹脂を塗布した基板面側から露光を行い、かつ、もう一方の基板面には光吸収板を具備することを特徴とする。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0029】図1には、本発明の回折格子を有する有機EL素子の断面が示されている。有機EL素子では、回折格子を含む基板10上に高屈折率層20、陽極30、有機層40、陰極50の順で素子が設けられている。また、基板10からの矢印が発光60を示している。

【0030】本発明では、基板上に塗布した感光性材料にレーザーを用いた干渉光を当てることによって該感光性材料の露光を行うが、基板内での回折格子の位置や大きさを決めるフォトリソマスクが感光性材料の表面でレーザー非干渉露光部分を形成しない位置に設置されている。

【0031】図2はその一例であるが、レーザー光源70から出射したレーザー光の光路上に画素パターンを有するフォトリソマスク90が、ビームエキスパンダ80を経て、配置されている。フォトリソマスク90を通過したレーザー光束110はビームスプリッタ100により二光束のレーザー光に分割される。これをミラー120、121により適当な角度を設定し基板上で交差させると、干渉によって定在波が形成される。腹の部分で光強度は最大になり、節の部分で光強度はゼロとなる。そこで、基板11上に塗布した感光性材料130に、このような定在波が形成される条件でレーザー光を入射させると、光強度に応じて感光性材料が感光するために感光の強い部分と弱い部分とが薄膜面に並行な方向に周期構造となる。

【0032】ここで、レーザー光の条件を適切に設定すると感光性材料の光化学反応により感光の強い部分と弱い部分とで現像液に対する溶解度差が発生するため、現

像液処理により基板11上に、周期構造を有する微細パターンすなわち回折格子が形成される。フォトマスク90は、レーザー光路上の感光性材料130の表面でレーザー非干渉露光部分を形成しない位置に設置されているため、フォトマスク90の厚みとレーザーの入射角に起因する非干渉露光部は感光性材料表面には存在しない。なお、図2の構成の場合、定在波の周期、つまりこの方法を用いて作成した回折格子のピッチ d は、レーザーの波長を λ 、基板11上の感光性材料130へ照射する2光束レーザーの交差角を θ （レーザー交差角140）とすると、 $d = \lambda / 2 / \sin(\theta / 2)$ となる。

【0033】 θ を大きくするほど d は小さくなり、交差角を 180° のときに d は最小値の $\lambda / 2$ となる。例えば、アルゴンイオンレーザーで $\lambda = 488 \text{ nm}$ のレーザー光を照射した場合、 $d > 244 \text{ nm}$ となる。つまり、交差角を調整するだけでピッチを 244 nm より大きい任意の値に簡単に設定することができる。フォトマスク90は、レーザー光路上の感光性材料130の表面でレーザー非干渉露光部分を形成しない位置に設置されていれば良く、レーザー光分岐前の一光束光路上に設置されていても構わないし、レーザー光分岐後の二光束光路上の各光路にそれぞれ設置されていても構わない。このとき、フォトマスク90は各光路上に一枚だけである必要はなく、2枚以上であっても構わない。

【0034】図3は、従来のフォトマスク91を感光性材料に密着させて、レーザー光束111、112を用い、干渉露光を行った場合の基板12の断面図であるが、フォトマスク91の厚みとレーザー入射角に起因した非干渉露光部150、151が干渉露光部160両端に生成していることが分かる。RGBの画素間が離れている場合、この非干渉露光に起因する感光性材料131の感光は問題とならないが、画素間が近い場合、この非干渉露光部150、151が隣接する画素に重なるために、隣接画素の回折格子が破壊される。

【0035】本発明におけるフォトマスクを有する二光束レーザー干渉露光系は必ずしも一つである必要はなく、複数の二光束レーザー干渉露光系を使用することができる。

【0036】図4では、三種類の二光束レーザー干渉露光系を用い、RGBに対応した三種類の回折格子を同一平面に配置してある。基板13上には高屈折率層21、22、23が設けられており、それぞれ高屈折率層21、22、23上には陽極31、32、33、有機層41、42、43、陰極51、52、53の順にそれぞれの素子が設けられている。同一平面に配置された三種類の回折格子からは矢印方向へ発光61、62、63されることになる。図4のようにRGBに対応した三種類の回折格子を同一平面に配置するために、図5に示す三種類の二光束レーザー干渉露光系を設置することも可能である。

【0037】図5では、三種類の二光束レーザー干渉露光系を配置した場合の概略図が示されている。図5では、レーザー光源71、72、73が1つで光路を分岐している。このように複数の二光束レーザー干渉露光系を使用して露光を行う場合、順次に露光を行っても構わないし、同時に行うことも可能である。

【0038】3つの二光束レーザー干渉露光系で感光性材料132に露光を行うために、3つの二光束レーザー干渉露光系は以下の構成を採っている。3つのレーザー光源71、72、73は、互いにインコヒーレントである。レーザー光源71、72、73の隣にはビームエキスパンダ81、82、83が配置されている。さらに、ビームエキスパンダ81、82、83の隣には画素を形成するためのフォトマスク92、93、94が設けられている。そして、3つの二光束レーザー干渉露光系は、レーザー光をビームスプリッタ101、102、103で2本に分割してミラー122、123、124、125、126、127により適当な角度を設定し基板14上でそれぞれ所定の交差角 θ で交差させることになる。

【0039】本発明の有機EL素子の製造方法では、二光束レーザー干渉露光系の交差角が 150° 以下であり、かつ基板の同一平面方向から二光束レーザー干渉露光が行われることが望ましい。なお、本発明の回折格子のピッチとしては、有機EL素子の発光スペクトルにより任意に設定できるが、 $100 \text{ nm} \sim 600 \text{ nm}$ 程度が望ましい。また、回折格子のラインとスペースの比は必ずしも1:1である必要はない。また、回折格子は必ずしも1次元には限定されず、2次元化しても構わない。

【0040】本発明で用いるレーザーとしては、必要とする波長のレーザー光が得られるものであれば、公知のものが適宜使用可能である。例えば、固体レーザー、気体レーザー、半導体レーザー、色素レーザー、等である。有機EL素子に含まれる回折格子の作成に使用する場合、可視光と同程度の波長のものが好ましい。例えば、YAGレーザー、YAGレーザー倍波、YAGレーザー3倍波、色素レーザー、He-Neレーザー、Arイオンレーザー、Krイオンレーザー、Cu蒸気レーザー、He-Cdレーザー、N₂レーザー等が挙げられる。

【0041】本発明で用いる感光性材料としては、ポジ型レジスト材料、ネガ型レジスト材料等から適宜選択することができる。本発明において、感光性材料によって回折格子を形成し、この回折格子を用いて基板または基板上に形成された薄膜をエッチングする場合、エッチングは公知の方法から適宜選択することができる。例えば、ウェットエッチング、反応性ガスエッチング、イオンミリング、等が挙げられる。なお、エッチング後、リムーバにより感光性材料を除去した回折格子を含む基板上に、そのまま、有機EL層を形成することもできし、他の薄膜を形成した後に有機EL層を形成しても構

わない。その薄膜としては、 TiO_2 や SiN_x のような透明でかつ高屈折率材料がある。この高屈折率層の厚みとしては、 $100\text{Å} \sim 20000\text{Å}$ が望ましい。

【0042】本発明の有機EL素子におけるRGBの各発光画素サイズやその形状、画素間隔は任意に選択することができるが、回折格子の面積増加により光取り出し効率を向上させるためには、各発光画素の面積が 2mm^2 /画素以下であることが望ましい。この時、回折格子の面積は、少なくとも発光画素の面積の101%以上であることが望ましい。また、回折格子の形状は必ずしも発光画素の形状と相似の関係である必要はないが、基板法線方向から見て発光画素が回折格子の領域内にあることが望ましい。なお、RGBの各発光画素は同じ面積や形状等を有している必要はない。

【0043】本発明に係る有機EL素子の素子構造は、電極間に有機層を1層あるいは2層以上積層した構造であり、その例として、陽極/発光層/陰極からなる構造、陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極からなる構造、陽極/正孔輸送層/発光層/陰極からなる構造、陽極/発光層/電子輸送層/陰極からなる構造等の構造が挙げられる。

【0044】本発明に用いられる正孔輸送材料は特に限定されず、正孔輸送材として通常使用されている化合物であれば何を使用してもよい。正孔輸送材料の具体例としては、例えば、下記のビス(ジ(p-トリル)アミノフェニル)-1, 1'-シクロヘキサン、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(1-ナフチル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン等のトリフェニルジアミン類や、スターバースト型分子等が挙げられる。

【0045】本発明に用いられる電子輸送材料は特に限定されず、電子輸送材として通常使用されている化合物であれば何を使用してもよい。電子輸送材料の具体例としては、例えば、2-(4-ビフェニル)-5-(4-トープチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、ビス{2-(4-トープチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール}-m-フェニレン等のオキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、キノリノール系の金属錯体が挙げられる。

【0046】本発明に用いられる発光材料は特に限定されず、発光材料として通常使用されている化合物であれば何を使用してもよい。例えば、ジスチリルアアリーレン誘導体(特開平2-247278号公報、特開平5-17765号公報)、クマリン誘導体、ジシアノメチレンピラン誘導体、ペリレン誘導体(特開昭63-264692号公報)、また、芳香環系材料(特開平8-298186、特開平9-268284号公報)やアントラセン系化合物(特開平9-157643号公報、特開平9-268283号公報、特開平10-72581号公

報)、キナクリドン誘導体(特開平5-70773号公報)等が挙げられる。

【0047】有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層に注入する役割を担うものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、金、銀、白金、銅等が挙げられる。また、陰極としては、電子輸送帯又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム-インジウム合金、マグネシウム-アルミニウム合金、アルミニウム-リチウム合金、アルミニウム-スカンジウム-リチウム合金、マグネシウム-銀合金等を使用できる。

【0048】本発明における有機EL素子の各層の形成方法は特に限定されず、公知の方法から適宜選択できる。例えば、真空蒸着法、分子線蒸着法(MBE法)あるいは溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピニング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法等が挙げられる。

【0049】

【実施例】以下、本発明の実施例について詳細に説明する。

【0050】(実施例1)石英基板上に感光性材料としてポジ型レジスト材料AZP-FP650F5(クラリアントジャパン社製)を 4000Å の厚さに成膜した。二光束レーザー干渉露光系で感光性材料に露光を行った。レーザー光源は、Arイオンレーザーで波長は 488nm を使用した。ビームエキスパンダ通過後の一光束(強度は $100\text{mW}/\text{cm}^2$)光路上に画素形成用のフォトマスクを設置した。その後、ビームスプリッターでレーザー光を二光束に分岐し、さらにミラーを使用して基板上で交差角 90° となるように露光(露光時間15秒)を行った。干渉露光部の露光面積は 0.30mm^2 とした。

【0051】露光後、有機アルカリ現像液AZ300MIF(クラリアントジャパン社製)で処理すると感光した部分が溶解した。SEM観察の結果、約 345nm ピッチの回折格子が得られた。なお、回折格子周辺の感光材料の膜厚変化はなく、非干渉光の露光が無いことが確認された。

【0052】作製したレジストパターン付き石英基板を反応性ガスエッチングによりエッチングした。エッチングは反応性ガスとして CF_4 を使用し、進行波 100W 、陽極電流 120mA 、反射波 0W 、陽極電圧 1.45KW 、電圧 -250V の条件で行った。20分間のエッチングにより約 1500Å ほど石英基板を掘ることができた。エッチング後、リムーバでレジスト材料を除去し基板を乾燥させた。その基板上にケミカルペーパーデ

ポジション (CVD) 法を使用し、 $1.2\mu\text{m}$ の厚みの SiN_x 膜を作製した。その後、ITO をスパッタリング法によってシート抵抗が $20\Omega/\square$ になるように成膜した。

【0053】次に、ITO 上に有機層として以下の2層を形成した。まず正孔輸送層として、 N,N' -ジフェニル- N,N' -ビス-(1-ナフチル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン (α -NPD) を真空蒸着法にて 50nm 形成し、次に、発光層としてトリス(8-キノリノール)アルミニウム (Alq) を真空蒸着法にて 70nm 形成した。次に、陰極としてマグネシウム-銀合金を蒸着速度比 $10:1$ で真空蒸着法にて共蒸着した膜を 150nm 形成して有機 EL 素子を作成した。発光部面積は 0.25mm^2 とした。

【0054】この素子に $5\text{mA}/\text{cm}^2$ の直流電圧を印加したところ、 $275\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。比較例1と比べて、発光効率が向上していることが確認された。

【0055】(実施例2) 石英基板上に感光性材料としてG線用ポジ型レジスト材料AZP-FP650F5 (クラリアントジャパン社製) を 4000\AA の厚さに成膜した。次に、3つの二光束レーザー干渉露光系で感光性材料に露光を行った。3つのレーザー光源は、互いにインコヒーレントである。第一の二光束レーザー干渉露光系は、波長 488nm (Arイオンレーザー) のレーザー光 (強度 $100\text{mW}/\text{cm}^2$) をビームスプリッターで2本に分割してこの基板上で交差角 $\theta = 120^\circ$ で交差させたものであり、第二の二光束レーザー干渉露光系は、波長 488nm (Arイオンレーザー) のレーザー光 (強度 $100\text{mW}/\text{cm}^2$) をビームスプリッターで2本に分割してこの基板上で交差角 $\theta = 90^\circ$ で交差させたものであり、第三の二光束レーザー干渉露光系は、波長 488nm (Arイオンレーザー) のレーザー光 (強度 $100\text{mW}/\text{cm}^2$) をビームスプリッターで2本に分割してこの基板上で交差角 $\theta = 70^\circ$ で交差させたものである。

【0056】3つの二光束レーザー干渉露光系には、1光束部すなわちビームスプリッターで光束を2本に分割する前の光路上に、2つの画素を形成するためのマスクを配置した。第一の二光束レーザー干渉露光系上のマスクと第一の二光束レーザー干渉露光系上のマスクと第三の二光束レーザー干渉露光系上のマスクにより、感光性材料に3種類の回折格子を縦 $300\mu\text{m}$ 、横 $100\mu\text{m}$ のサイズで交互に配置できるようにした。なお、フォトマスクの厚みは $100\mu\text{m}$ であった。

【0057】干渉露光は3つの二光束レーザー干渉露光系で同時に行い。露光時間は15秒とした。露光後、有機アルカリ現像液AZ300MIF (クラリアントジャパン社製) で処理すると感光した部分が溶解した。この結果、第一の二光束レーザー干渉露光系で露光した部分

には約 280nm ピッチの回折格子が得られ、第二の二光束レーザー干渉露光系で露光した部分には約 345nm ピッチの回折格子が得られ、第三の二光束レーザー干渉露光系で露光した部分には約 425nm ピッチの回折格子が得られた。3種類の回折格子の境界は $20\mu\text{m}$ であったが、非干渉露光が起因する各画素周辺のレジスト膜厚の減少は観察されなかった。

【0058】作製したレジストパターン付き石英基板を反応性ガスエッチングによりエッチングした。この時、反応性ガスとして CF_4 を使用し、進行波 100W 、陽極電流 120mA 、反射波 0W 、陽極電圧 1.45KV 、電圧 -250V の条件を使用した。20分間のエッチングにより約 1500\AA ほど石英基板を掘ることができた。エッチング後、リムーバでレジスト材料を除去し基板を乾燥させた。結果として、各回折格子は縦 $300\mu\text{m}$ 、横 $100\mu\text{m}$ のサイズで、 $20\mu\text{m}$ の間隔で配置することができた。

【0059】(比較例1) 実施例1で作製した有機EL素子において、回折格子の面積 0.25mm^2 と発光画素電極面積と一致させる以外はすべて同一とした。この素子に $5\text{mA}/\text{cm}^2$ の直流電圧を印加したところ、 $250\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0060】(比較例2) 厚さ $100\mu\text{m}$ のフォトマスクを感光性材料に密着させること、フォトマスクの位置をずらして干渉露光を順次行うこと以外は実施例2と同一とした。その結果、第一、第二、第三の二光束レーザー干渉露光系で、画素の両辺近傍に、それぞれ、約 $170\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $46\mu\text{m}$ の非干渉露光部が観察された。この部分は現像により、レジスト膜厚は約 1600\AA まで減少した。

【0061】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明によれば、高輝度かつ高精細の有機EL素子が実現できる。さらに、本発明の製造方法によれば、基板内に3種類の回折格子を同時に製造することができ、生産効率が著しく向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の回折格子を有する有機EL素子の断面模式図である。

【図2】本発明の二光束レーザー干渉露光系の概略図である。

【図3】従来の二光束レーザー干渉露光に関わる回折格子形成の概略図である。

【図4】本発明のRGBの画素を有する有機EL素子の断面模式図である。

【図5】本発明の複数の二光束レーザー干渉露光系の概略図である。

【符号の説明】

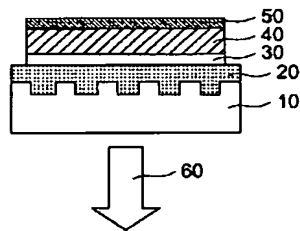
10、13 回折格子を含む基板

11、12、14 基板

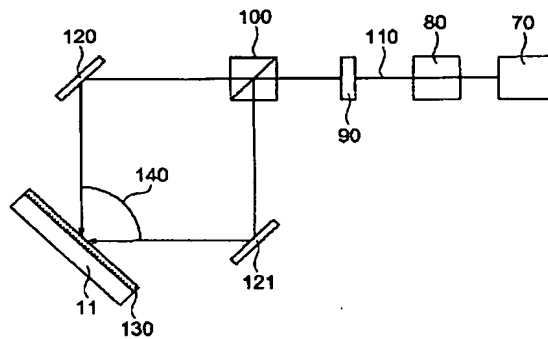
20、21、22、23 高屈折率層
 30、31、32、33 陽極 (ITO)
 40、41、42、43 有機層
 50、51、52、53 陰極
 60、61、62、63 発光
 70、71、72、73 レーザー光源
 80、81、82、83 ビームエキスパンダ
 90、91、92、93、94 フォトマスク

100、101、102、103 ビームスプリッタ
 110、111、112 レーザー光束
 120、121、122、123、124、125、126、127 ミラー
 130、131、132 感光性材料
 140 レーザー交差角
 150、151 非干渉露光部
 160 干渉露光部

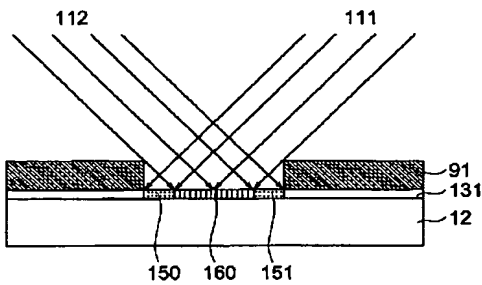
【図1】



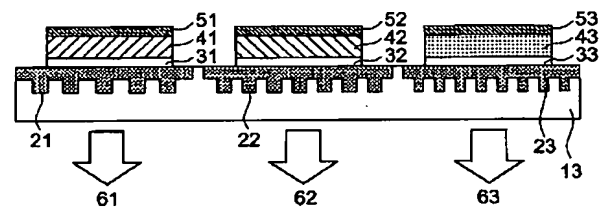
【図2】



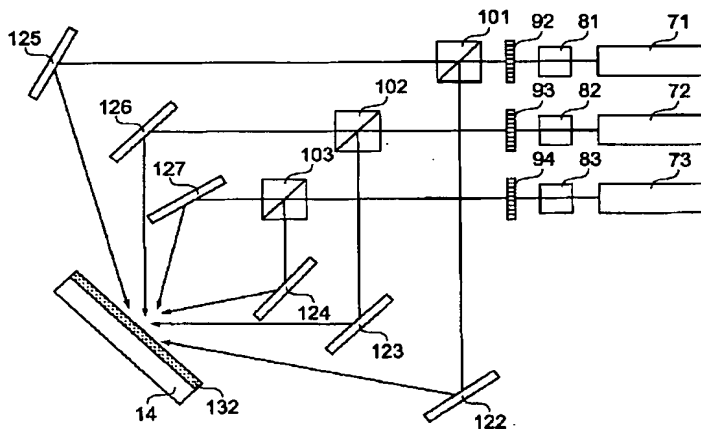
【図3】



【図4】



【図5】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**